

Науковий вісник НЛТУ України
Scientific Bulletin of UNFU<http://nv.nltu.edu.ua><https://doi.org/10.15421/40270428>

Article received 13.04.2017 p.

Article accepted 24.05.2017 p.

УДК 665.637.88

ISSN 1994-7836 (print)

ISSN 2519-2477 (online)

@  Correspondence author

A. O. Nagurskiy

nagurskiy@ukr.net**А. О. Нагурський, О. Б. Гринишин, Ю. Я. Хлібишин, В. В. Кочубей***Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна*

ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСУ МОДИФІКУВАННЯ БІТУМІВ ГУМОВОЮ КРИХТОЮ

Нафтові бітуми є одними з найважливіших інженерно-будівельних матеріалів, які широко використовують у дорожньому будівництві, для виготовлення покрівельних і гідроізоляційних матеріалів. Вони водонепроникні та стійкі до руйнувань за низьких температур, нетоксичні і їх можна безпечно використовувати для покриття поверхонь різного призначення. Нафтові бітуми повинні володіти комплексом механічних та адгезійних властивостей. Нафтові бітуми через свої природні властивості не здатні створювати умови для довготривалої роботи дорожніх покриттів під дією сучасних високих транспортних навантажень. Тому для покращення властивостей бітумів проводять їх модифікування. Одним з напрямків підвищення якості бітумів з покращеними експлуатаційними характеристиками є їх модифікування полімерними матеріалами. Модифікування бітуму полімерами позитивно впливає на основні властивості бітумів, але вартість модифікованого бітуму значно зростає, тому що полімери є досить дорогими. На цей час для модифікування бітумів широко використовують гумову крихту, яку отримують за допомогою дроблення зношених автомобільних шин. Як об'єкти досліджень використано будівельний бітум марки БНБ 70/30 і гумову крихту фракцією 2 мм, яку отримують внаслідок дроблення зношених автомобільних шин. Вивчено механізм модифікування бітуму гумовою крихтою, зокрема досліджено закономірності процесу розчинення гумової крихти в бітумі та окремих його компонентів. Проведено термічний аналіз гумової крихти, яку використовували для модифікування. Показано як змінюється груповий склад бітуму після його модифікування. Вивчено як змінюються основні властивості бітуму впродовж всього часу розчинення гумової крихти.

Ключові слова: розчинення, груповий склад, термічна стійкість, залишкова олива.

Вступ. Як відомо, нафтові бітуми є одними з найважливіших інженерно-будівельних матеріалів, які широко використовують у дорожньому будівництві (Zabavnikov, Beljaev & Malikov, 2007; Kotov, et al., 2008), для виготовлення покрівельних і гідроізоляційних матеріалів (Chajka, 2007; Borisov, et al., 2008; Kemalov, Borisov, Kemalov, 2009), а також у будівництві житлових будинків, промислових підприємств. Бітуми набули широкого застосування як водозахисні речовини. Вони водонепроникні і стійкі до руйнувань за низьких температур, нетоксичні і можуть безпечно використовуватися для покриття поверхонь різного призначення (Kemalov, et al., 2007).

Нафтові бітуми повинні володіти комплексом механічних та адгезійних властивостей. Вони, а особливо дорожні, повинні: зберігати міцність за підвищених температур, тобто бути теплостійкими; зберігати еластичність за низьких температур, тобто бути морозостійкими; чинити опір стисненню, удару, розриву під дією важкого транспорту; забезпечувати добре зчеплення із сухою та вологою поверхнею мінеральних матеріалів; зберігати тривалий час початкову в'язкість та міцність. Будівельні бітуми можуть бути менш еластичними, але вони повинні володіти підвищеною твердістю (Tkachev, 2006).

Нафтові бітуми через свої природні властивості не здатні створювати умови для довготривалої роботи дорожніх покриттів під дією сучасних високих транспортних навантажень та несприятливих погодних умов. Тому для покращення властивостей бітумів проводять їх

модифікування. Одним з найперспективніших напрямків підвищення якості бітумів з покращеними експлуатаційними характеристиками є їх модифікування полімерними матеріалами (Korobkova, Titova & Mitjushina, 2007; Al-Ameri, Grynysyn & Khlibyshyn, 2013). Модифікування бітуму полімерами позитивно впливає на основні властивості бітумів, але вартість модифікованого бітуму різко зростає, тому що полімери є досить дорогими.

На цей час для модифікування бітумів широко використовують гумову крихту (Zolotarjova, Bratchuna, 2003; Yerchenko, Sviridov & Kulbachenko, 2000; Hrynysyn, et al., 2015; Bas & Razgon, 2000). Гумову крихту (ГК) отримують за допомогою дроблення зношених автомобільних шин. Використовуючи гумову крихту в бітумному виробництві, одночасно вирішуємо ще одну екологічну проблему – це утилізація старих автомобільних шин, яких на сьогодні є дуже багато і з кожним роком кількість їх зростає (Bas & Razgon, 2000). У разі додавання гумової крихти підвищується температура розм'якшення бітуму, збільшується їх еластичність, а дуктильність і penetрація зменшуються (Khlibyshyn, et al., 2014). Незважаючи на достатню кількість публікацій щодо використання гумової крихти у бітумному виробництві, механізм процесу модифікування бітумів гумовою крихтою вивчено недостатньо (Granev, et al., 2011).

Мета дослідження – встановлення механізму модифікування бітуму гумовою крихтою, зокрема вивчення закономірностей процесу розчинення гумової крихти в

Цитування за ДСТУ: Нагурський А. О., Гринишин О. Б., Хлібишин Ю. Я., Кочубей В. В. Основні закономірності процесу модифікування бітумів гумовою крихтою. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(4). С. 128–132.

Citation APA: Nagurskiy, A. O., Grynysyn, O. B., Khlibyshyn, Yu. Ya., & Kochubey, V. V. (2017). Basic Laws of Bitumen Modification with Crumb Rubber. Scientific Bulletin of UNFU, 27(4), 128–132. <https://doi.org/10.15421/40270428>

бітумі та окремих його компонентах і вивчення змін основних властивостей бітуму впродовж всього часу розчинення гумової крихти.

Об'єкти та методика дослідження. Як об'єкти досліджень використано будівельний бітум марки БНБ 70/30 і гумову крихту фракцією 2 мм, яку отримують внаслідок дроблення зношених автомобільних шин.

Процес набухання та розчинення гумової крихти в бітумі та в залишковій базовій оливі вивчали на лабораторній установці змішування, яка складається з реактора, обладнаного нагрівачем, регулятором температури, і перемішувального пристрою. Процес вивчали в інтервалі температур 150-250 °C упродовж 9 год.

Вміст гель-фракції гуми в процесі деульканізації і розчинення в бітумі та залишковій базовій оливі визначали методом екстракції в бензолі в апараті Сокслета впродовж 6 год.

Термічну стійкість зразків гумової крихти досліджували проведенням комплексного термогравіметричного та диференційного термічного аналізів з використанням дериватографа Q – 1500 D System: F. Paulik, J. Paulic, L. Erdey з реєстрацією аналітичного сигналу втрати маси та теплових ефектів за допомогою ПК. Зразки аналізували в динамічному режимі зі швидкістю нагрівання 10 °C на хвилину в атмосфері повітря і аргону.

Результати дослідження. Відомо, що із введенням у бітум гумової крихти змінюються його експлуатаційні властивості, зокрема дуктильність, penetрація та температура розм'якшення (Khlibyshyn, et al., 2014). Зміни властивостей бітуму під час модифікування гумовою крихтою, очевидно, пов'язані зі зміною його групового складу. Тому вивчали груповий склад вихідного бітуму і бітуму, модифікованого гумовою крихтою.

Як показали результати досліджень (табл. 1), введення гумової крихти в бітум привело до зміни його групового складу. Зокрема, за використання гумової крихти для модифікування бітумів підвищується вміст у них смол та асфальтенів, а вміст олив знижується порівняно з немодифікованим бітумом. Вміст олив зменшується тому, що частина олив поглинається гумовою крихтою під час набухання.

Табл. 1. Груповий склад бітуму, модифікованого гумовою крихтою

| Груповий склад бітумів, % мас. | Вміст гумової крихти в бітумі % мас. | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|------|-------|
| | 0 | 5 | 10 |
| Асфальтени | 23,62 | 25,0 | 27,06 |
| Смоли | 24,97 | 27,4 | 29,35 |
| Оливи | 51,37 | 47,0 | 43,10 |
| Карбени і карбоїди | 0,05 | 0,6 | 0,46 |

Примітка: отримані результати за кількістю карбонів і карбоїдів є наближеними, оскільки на фільтрі були залишки гумової крихти, які не відділилися у процесі модифікування бітуму.

Із збільшенням кількості гумової крихти у бітумі від 0 до 10 % мас. вміст асфальтенів і смол збільшується на 3,44 % мас. і 4,38 % мас. відповідно. Вміст олив зменшується на 8,27 % мас. Важливо те, що збільшився вміст смол, а як відомо, саме смоли у бітумі відповідають за пластичні й еластичні властивості.

Щоб встановити природу модифікування, вивчено процес набухання та розчинення гумової крихти в бітумі. До складу бітумів входять оливи, смоли, асфальтени, асфальтогенові кислоти тощо. Набухання і розчинення гумової крихти відбувається в оливі, оскільки в асфальтенах і смолах гумова крихта практично не роз-

чиняється. Для встановлення механізму модифікування як модельне середовище використовували залишкову нафтову базову оливу, яка є аналогом вуглеводневої частини бітумів. Саме тому процес набухання і розчинення гумової крихти вивчали в цій оливі. Результати досліджень показано на рис. 1.

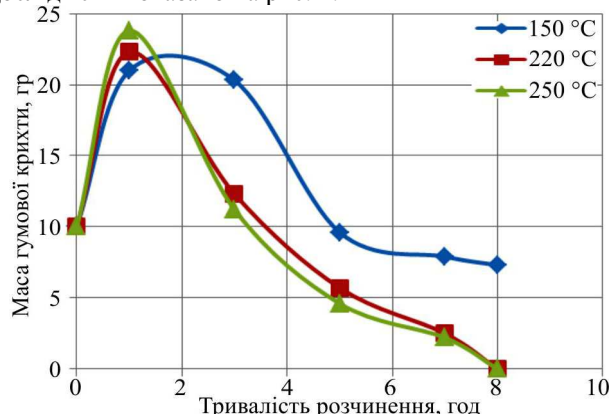


Рис. 1. Залежність зміни маси ГК від тривалості розчинення в залишковій оливі

Вивчення залежності зміни маси гумової крихти залежно від температури і тривалості розчинення показало, що впродовж першої години відбувається набухання гумової крихти внаслідок поглинання оливи, що супроводжується різким збільшенням маси ГК. Найефективніше набухання відбувається за температури 250 °C. Після цього розпочинається розчинення гумової крихти. Встановлено, що за температури 220 і 250 °C процес розчинення відбувається приблизно однаково і гумова крихта розчиняється практично повністю (див. рис. 1).

Вивчення процесу розчинення гумової крихти в оливі таким методом показує відносний результат, оскільки для зважування гумову крихту відділяти на металевому ситі і вся вона була покрита оливою. Достовірніший результат повинен дати золь-гель аналіз гумової крихти під час її розчинення в залишковій оливі.

Згідно одержаними результатами (рис. 2), із збільшенням тривалості розчинення кількість гель-фракції зменшується. Чим вищою є температура, тим швидше відбувається процес розчинення. За 150 °C процес відбувається дуже повільно – вміст гель-фракції зменшується незначно, а за 250 °C через 9 год розчинення вміст гель-фракції зменшується на 75 %. Це, очевидно, є результатом того, що в області низьких температур гума перебуває у зшитому (вулканізованому) стані, а за високих температур відбувається деульканізація гуми і розчинення утворених лінійних структур у залишковій базовій оливі.

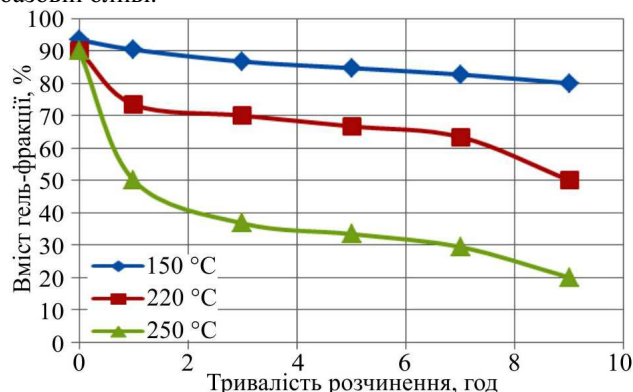


Рис. 2. Залежність вмісту гель-фракції ГК від тривалості розчинення у залишковій оливі

Для підтвердження цієї гіпотези вивчено термічну стійкість гумової крихти дериватографічним методом. Термограми зразків гуми в атмосфері повітря наведено на рис. 3, в інертній атмосфері – на рис. 4. Порівняння термогравіметричних кривих зображено на рис. 5.

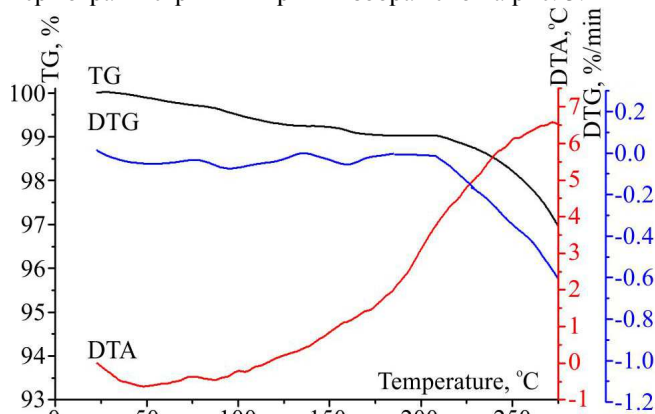


Рис. 3. Термограма зразка гуми в атмосфері повітря

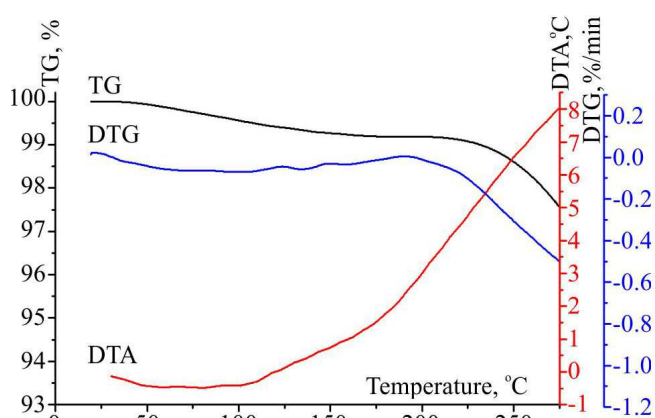


Рис. 4. Термограма зразка гуми в інертній атмосфері

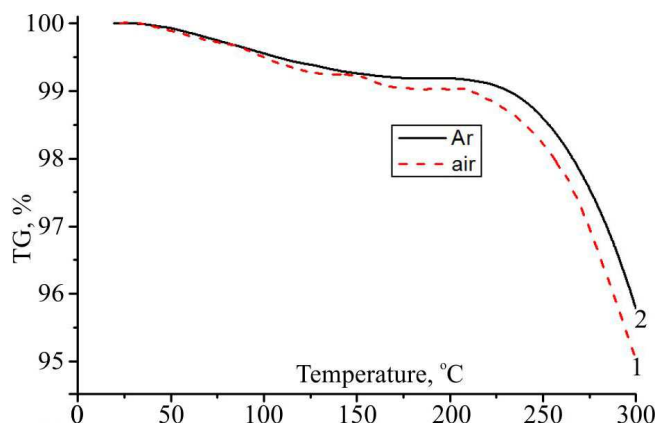


Рис. 5. Порівняння термогравіметричних кривих зразків гуми: 1 – в атмосфері повітря, 2 – в атмосфері аргону

Незначні втрати маси зразків гуми, нагрітих в атмосфері повітря та інертній атмосфері в області температур 20-146 °C, яка супроводжується появою неглибоких ендотермічних ефектів, на кривій диференційного термічного аналізу (DTA) відповідає виділенню залишків летких, що містяться у структурі гуми.

Поява екзотермічного ефекту на кривій DTA зразків в області температур 140-220 °C зумовлена перебігом низки процесів. У цьому температурному інтервалі можлива деструкція залишків довголанцюгової сірки, яка міститься в гумі, та додаткове зшивання макромолекул каучуку по місцю вільних ненасичених зв'язків

мономерною сіркою, тобто довулканізацію гуми з ущільненням структури.

На термогравіметричній кривій зразка гуми, нагрітого в атмосфері повітря, на відміну від зразка гуми, який аналізували в інертній атмосфері, спостерігається більша втрата маси, що може свідчити про часткове окиснення вільної сірки та виділення її у вигляді SO_2 .

За температур вищих 210 °C на кривій TG зразка гуми, прогрітого в атмосфері повітря, спостерігається інтенсивна втрата маси, яка супроводжується екзотермічним на кривій DTA і відповідає початку глибоких деструктивних та термоокисних процесів. Початок термічної деструкції зразка гуми, нагрітого в атмосфері аргону, зміщений в область вищих температур, що свідчить про вищу термічну стійкість зразка в цьому середовищі. Кількісні результати термічного аналізу гуми наведено в табл. 2.

Табл. 2. Результати термічного аналізу зразків

| Зразок | Температурний інтервал, °C | Втрата маси, % | Тепловий ефект |
|-------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| Атмосфера повітря | 20-140 | 0,75 | ендо |
| | 140-210 | 0,24 | екзо |
| | 210-275 | 2,01 | екзо |
| Атмосфера аргону | 20-146 | 0,72 | ендо |
| | 146-220 | 0,17 | екзо |
| | 220-275 | 1,55 | екзо |

Отже, встановлено, що в області високих температур (220 °C і вище) відбувається девулканізація гуми, що позитивно впливає на здатність її розчинятися в оливному середовищі. Для підтвердження достовірності закономірностей, встановлених для модельної системи "залишкова нафтова олива – гумова крихта", вивчали розчинення гумової крихти в середовищі бітуму.

Вивчення залежності зміни маси ГК від тривалості розчинення проводили за температури 250°C. Встановлено (рис. 6), що на першому етапі відбувається набухання гумової крихти за рахунок оливо, які входять до складу бітуму, а далі, як і в разі розчинення в оливі, маса гумової крихти зменшується, що свідчить про поступове її розчинення в бітумі.

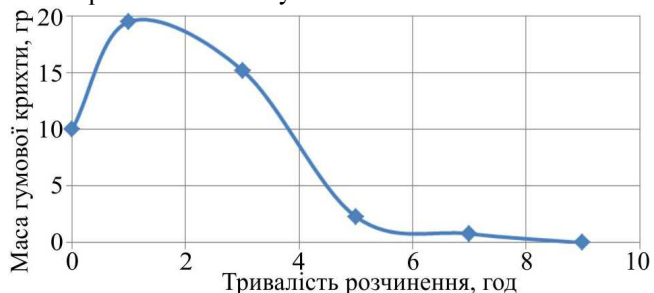


Рис. 6. Залежність зміни маси ГК від тривалості розчинення в бітумі

Встановлено, що вміст гель-фракції за збільшення тривалості розчинення ГК в бітумі знижується (рис. 7), що також свідчить про перебіг процесу девулканізації гуми та її розчинення в середовищі бітуму. Порівнюючи розчинність ГК у бітумі і в оливі встановлено, що розчинність в оливі є значно кращою. Це підтверджує гіпотезу про розчинення гумової крихти саме в оливних компонентах бітуму, а в смолах та асфальтах, які входять до складу бітуму, ГК практично не розчиняється.

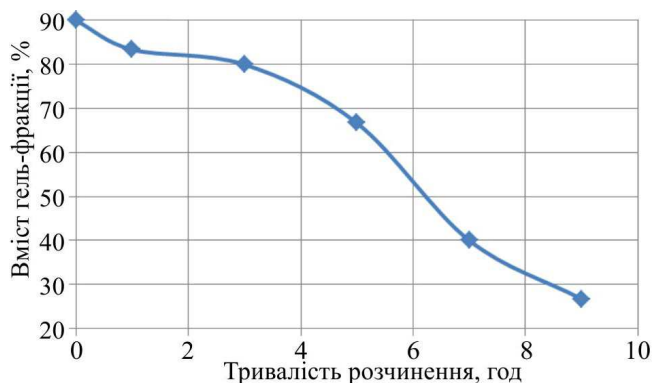


Рис. 7. Залежність вмісту гел-фракції ГК від тривалості розчинення в бітумі

Вивчено зміну основних експлуатаційних властивостей бітуму впродовж всього часу розчинення в ньому гумової крихти. Процес проводили впродовж 9 год за температури 150 і 250 °С. Результати досліджень показано на рис. 8-10.

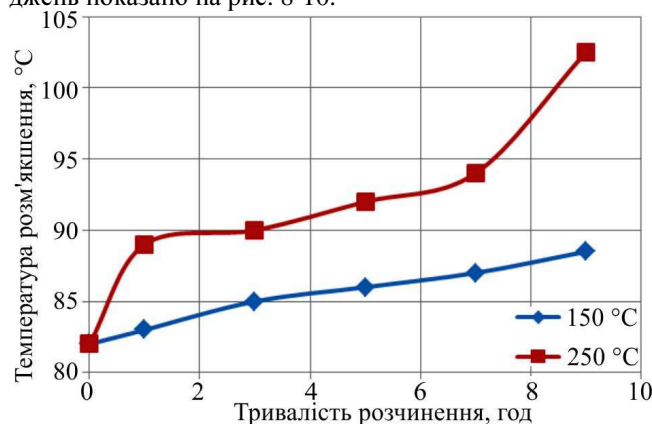


Рис. 8. Зміна температури розм'якшення бітуму залежно від тривалості модифікування гумовою крихтою

Встановлено (див. рис. 8), що температура розм'якшення модифікованого бітуму збільшується із збільшенням тривалості розчинення гумової крихти. При цьому ефект від розчинення за вищої температури є значно більшим, що узгоджується з попередніми результатами.

Еластичність модифікованого бітуму в процесі розчинення гумової крихти за низьких температур незначно підвищується (див. рис. 9). Натомість при розчиненні аналогічної кількості гумової крихти в бітумі за високих температур спостерігається різке збільшення еластичності, що пов'язане з розчиненням у бітумі фрагментів девулканізованої гуми.

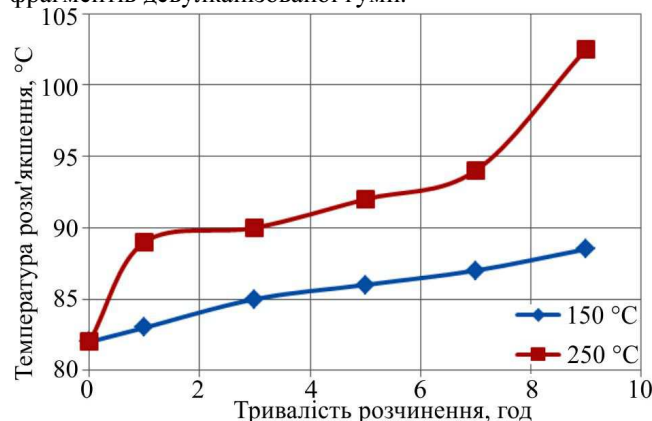


Рис. 9. Зміна еластичності бітуму залежно від тривалості модифікування гумовою крихтою

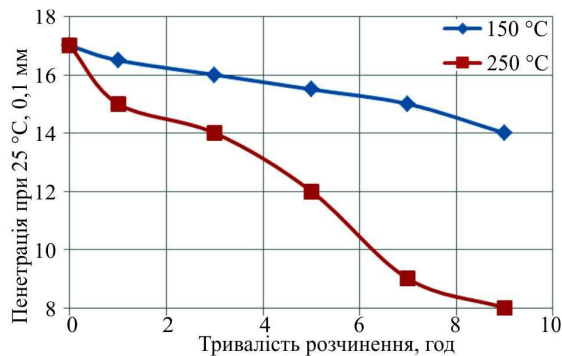


Рис. 10. Зміна пенетрації бітуму залежно від тривалості модифікування гумовою крихтою

Пенетрація модифікованого бітуму зі збільшенням тривалості розчинення гумової крихти знижується (див. рис. 10), тобто підвищується твердість бітуму. Відмінність залежностей за низьких і високих температур також пов'язана з принциповою різницею механізму модифікування бітумів гумовою крихтою в різних температурних умовах.

Висновки. Вивчено механізм дії гумової крихти у процесі модифікування бітумів. Встановлено, що в області низьких температур відбувається набухання гумової крихти внаслідок поглинання оливних компонентів бітуму. При цьому в бітумі знижується вміст оливних компонентів, а вміст смол і асфальтенів підвищується. В області високих температур (220-250 °С) відбувається термічна девулканізація гуми з утворенням лінійних структур, які відносно легко розчиняються в середовищі бітуму.

Перелік використаних джерел

- Al-Ameri, M., Grynyshyn, O., & Khlibyshyn, Yu. (2013). Mohamad Al-Ameri. Modification of residual bitumen from orhovytka oil by Butonal polymeric latexes. *Chemistry & Chemical Technology*, 7(3), 323–326.
- Bas, Yu. P., & Razgon, D. R. (2000). Sostojanie i perspektivy vtorichnogo ispolzovanija i utilizacii iznoshennyh shin. *Jekologicheskie aspekty proizvodstva jekspluatacii shin i RTI. Problemy ih vtorichnogo ispolzovanija i pererabotki: dokl. nauch.-prak. seminar* (pp. 2–23). Moscow. [in Russian].
- Borisov, S. V., Kemalov, A. F., Kemalov, R. A. et al. (2008). Strukturnye i fiziko-mehanicheskie svojstva kompozicionnyh bitumnyh materialov. *Jelektronnyj zhurnal "Struktura i dinamika molekul-jarnykh sistem"*, 1, 29–32. [in Russian].
- Chajka, A. G. (2007). Pat. 2307138 Rossijskaja Federacija, MPKS 08 L 95/00. Vodoizoljacionnyj bitumnyj rulonnij material i sposob ego izgotovlenija; zjavitel i patentoobladatel. №2005116858/03; zjavl. 02.06.2005; opubl. 27.09.2007. [in Russian].
- Granev, V. V., Glikin, S. M., Voronin, A. M. et al. (2011). *Krovli: SNIIP II-26-76*. Moscow: Aktualizirovannaja redakcija, 69 p. [in Russian].
- Hrynyshyn, O. B., Khlibyshyn, Yu. Ya., Nahurskyi, A. O., & Nahurskyi, O. A. (2015). Metody oderzhannia bitumiv z zalyshkiv pereroblennia vazhkykh naft. *Tekhnolo-hycheskyi audyt y rezervy proizvodstva*, 5/4(25), 45–48. [in Ukrainian].
- Kemalov, P. A., Borisov, C. B., Kemalov, A. F. (2009). Vzaimosvjazь strukturno-grupovogo sostava i fiziko-himicheskikh svojstv krovelnyh rnutovok, primenjaemyh v grazhdanskom stroitel'stve. *Neftepererabotka i neftehimija*, 3, 22–28. [in Russian].
- Kemalov, R. A., Kemalov, A. F., Khazimuratov, S. A., et al. (2007). Modifikacija bitumov s cel'ju poluchenija prajmerov dlja gidroizoljacionnyh materialov. *Neftegazopererabotka i neftehimija-2007: mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* (pp. 158–159), 22 maja 2007 g., g. Ufa. [in Russian].
- Khlibyshyn, yu. ya., Pochapska, I. ya., Hrynyshyn, O. B., & Nahurskyi, A. O. (2014). Doslidzhennia modyfikatsii dorozhnykh bitu-

- miv humovoіu krykhtoiu. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika". Seriya: Khimiia, tekhnolohiia rechovyn ta yikh zastosuvannia*, 787, 144–148. [in Ukrainian].
- Korobkova, L. N., Titova, I. N., & Mitjushina, S. A. (2007). Modifikacija bitumov poliuretanami. *Uspehi v himii i himicheskoi tekhnologii*, 5(21), 83–87. [in Russian].
- Kotov, S. V., Tyshhenko, V. A., Rudjak, K. B. et al. (2008). Kachestvennye bitумы-osnova razvitiia dorozhnoi otrasli. *Mir nefteproduktov*, 4, 14–15. [in Russian].
- Tkachev, S. M. (2006). *Tekhnologija pererabotki nefii i gaza. Processy glubokoi pererabotki nefii i nefijanyh frakcij*: ucheb.-metod. kompleks. Novopoltok, 345 p. [in Russian].
- Yerchenko, A. P., Sviridov, V. K., & Kulbachenko, K. Yu. (2000). Pat. 28399 Ukraina, MPK C08L95/00. *Kompozitsiia dlia pryhotuvannia viazhuchoho pokryvelnykh ta hidroizoliatsiinykh materialiv; zaiavnyk i patentovlasnyk SP "Dzhirzhys". №96124775*. opubl. 16.10.2000. [in Ukrainian].
- Zabavnikov, M. V., Beljaev, P. S., & Malikov, O. G. (2007). K resheniju problem kachestva avtomobilnykh dorog cherez novye syryevye komponenty dorozhnykh svyazujushchih i progressivnykh tekhnologii ih proizvodstva. *Teplofizika v jenergosberezenii i upravlenii kachestvom: mater. VI Mezhdunar. teplofizicheskaja shkola* (pp. 90–95), 1–6 oktjabrja 2007 g., g. Tambov. [in Russian].
- Zolotarjova, V. A., Bratchuna, V. I. (2003). *Modifitsirovannye bitumnyye vjazhushhie, specialnye bitумы i bitумы s dobavkami v dorozhnom stroitelstve*. PIARC-AIPCR: per. s franc. V. A. Zolotarjova; P. A. Bepalovoj. Kharkov: Izd-vo KhNADU, 229 p. [in Russian].

А. О. Нагурский, О. Б. Гринишин, Ю. Я. Хлибишин, В. В. Кочубей

Национальный университет "Львовская политехника", г. Львов, Украина

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА МОДИФИКАЦИИ БИТУМОВ РЕЗИНОВОЙ КРОШКОЙ

Нефтяные битумы являются одними из важнейших инженерно-строительных материалов, которые широко используются в дорожном строительстве, для производства кровельных и гидроизоляционных материалов. Они водонепроницаемые и устойчивые к разрушениям при низких температурах, нетоксичны и могут безопасно использоваться для покрытия поверхностей различного назначения. Нефтяные битумы должны обладать комплексом механических и адгезионных свойств. Нефтяные битумы в силу своих природных свойств не способны создавать условия для длительной работы дорожных покрытий под действием современных высоких транспортных нагрузок. Поэтому для улучшения свойств битумов проводят их модификации. Одним из направлений повышения качества битумов с улучшенными эксплуатационными характеристиками являются их модификации полимерными материалами. Модифицирование битума полимерами положительно влияет на основные свойства битумов, но стоимость модифицированного битума резко возрастает, потому полимеры являются достаточно дорогими. В настоящее время для модифицирования битумов широко используется резиновая крошка. Резиновую крошку получают с помощью дробления изношенных автомобильных шин. В качестве объектов исследований использованы строительный битум марки БНБ 70/30 и резиновая крошка фракцией 2 мм, которую получают в результате дробления изношенных автомобильных шин. Изучен механизм модифицирования битума резиновой крошкой, в частности исследованы закономерности процесса растворения резиновой крошки в битуме и отдельных его компонентах. Проведен термический анализ резиновой крошки, которую использовали для модифицирования. Показано как меняется групповой состав битума после его модификации. Изучено как меняются основные свойства битума в течение всего времени растворения резиновой крошки.

Ключевые слова: растворение; групповой состав; термическая устойчивость; остаточное масло.

A. O. Nagursky, O. B. Grynyshyn, Yu. Ya. Khlibyshyn, V. V. Kochubey

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

BASIC LAWS OF BITUMEN MODIFICATION WITH CRUMB RUBBER

Oil fuel is one of the most important engineering and construction material widely used in road construction, and also for the production of roofing and waterproofing materials. They are waterproof and resistant to damage by low temperature, non-toxic and can be safely used to cover surfaces for various purposes. Petroleum bitumen must have a set of mechanical and adhesive properties. They, especially the road must meet the following requirements: maintain strength at elevated temperatures; maintain elasticity at low temperatures; resist compression, blow, break under heavy traffic; ensure good adhesion to dry and wet mineral materials. Petroleum bitumen because of its natural properties is not able to create the conditions for long-term operation of road surfaces under the influence of modern high traffic loads. Therefore, to improve the properties of bitumen spend their modification. One of the most promising ways to increase the quality of bitumen with improved performance is a modification of polymeric materials. Modifying bitumen with polymers positively affects the basic properties of bitumen, but the cost increases dramatically modified bitumen that polymers are quite expensive. Currently, for the modification of bitumen rubber crumb is widely used. Crumb rubber is prepared by crushing worn tires. As objects of research we used for construction bitumen 70/30 BNB marks and rubber crumb fraction 2 mm, which is obtained as a result of crushing of tires. The mechanism of modifying bitumen with rubber crumb particular patterns studied dissolution process crumb rubber in bitumen and its individual components. The thermal analysis of crumb rubber, which is used for modification is made. The paper has shown the group composition of bitumen after modification, and studied how the basic properties of bitumen change during the time of dissolution of crumb rubber.

Keywords: dissolution; group composition; thermal stability; residual oil.

Інформація про авторів:

Нагурський Андрій Олегович, аспірант, Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна.

Email: nagurskiy@ukr.net

Гринишин Олег Богданович, д-р. техн. наук, професор, Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна.

Email: hrenik@yandex.ru

Хлибишин Юрій Ярославович, канд. техн. наук, доцент, Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна.

Email: nagurskiy@ukr.net

Кочубей Вікторія Віталіївна, канд. хім. наук, доцент, Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна.

Email: vicvitkoch@gmail.com